

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SENSOR PARKIR PADA MOBIL MENGGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK

Rudy Susanto¹; Yohannes Kristanto²; Sonny Ridwanto³; Diptyo Hisnuaji⁴

^{1, 2, 3, 4}Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Bina Nusantara,
Jl. K.H. Syahdan No. 9, Kemanggis/Palmerah, Jakarta Barat 11480

¹rudy3039@binus.ac.id

ABSTRACT

A car driver often had trouble to park his car a narrow location, caused by a narrow parking area on the wane. Also, cars had often crashed the electric pillar or scratched the car on the wall while retreat. The problem was the driver didn't know condition behind vehicle because of limited of view. The research aimed to make a system that can easily help driver in parking his car, by using of ultrasonic parking sensor. The method used in sensor scheme parks is ultrasonici sensor to detect and measure car and balk distance by utilising of 851 family microcontroller as the main system. The result indicates that ultrasonic censor effective deep measurement was on distance of 2 cm – 30 m. It is that enough ultrasonic censor is effective to be implemented on censor parks.

Keywords: censor parks, ultrasonic censor, range area, mikrocontroler

ABSTRAK

Pengemudi mobil sering kali mengalami kesulitan untuk memarkir mobil di lokasi sempit, karena lahan parkir yang semakin berkurang serta tidak sedikit mobil yang menabrak tiang listrik atau menggores tembok ketika mundur. Penyebabnya adalah pengemudi tidak mengetahui kondisi di belakang kendaraan karena keterbatasan pandangan. Penelitian bertujuan membuat sistem yang dapat mempermudah pengemudi memarkir mobil, yaitu dengan menggunakan sensor parkir ultrasonik. Metode yang dipakai dalam perancangan sensor parkir ini adalah memanfaatkan sensor ultrasonik untuk mendeteksi dan mengukur jarak mobil dan penghalang dengan menggunakan mikrokontroler AT89S52 sebagai pengendali utama sistem. Dari analisis yang dilakukan, dihasilkan bahwa sensor ultrasonik cukup efektif dalam pengukuran pada jarak 2 cm – 30 m. Disimpulkan, sensor ultrasonik cukup efektif untuk diimplementasikan pada sensor parkir.

Kata kunci: sensor parkir, sensor ultrasonik, range area, mikrokontroler

PENDAHULUAN

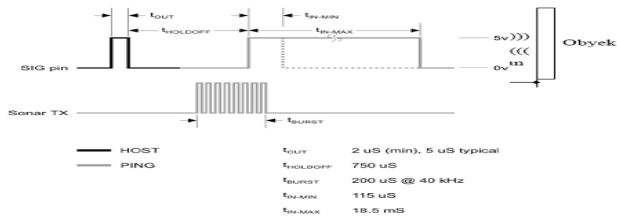
Semakin pesatnya perkembangan teknologi, khususnya teknologi sistem keamanan dan kenyamanan yang diaplikasikan pada mobil telah membawa dampak positif, salah satunya kemudahan yang didapat oleh manusia. Untuk itu, dibuatlah alat yang dapat digunakan oleh pengemudi mobil sebagai pengukur jarak antara penghalang dan mobil menggunakan “*Sensor Ultrasonik*” yang terintegrasi pada gigi mundur dari sebuah mobil. *Sensor ultrasonik* adalah salah satu sensor yang paling akurat diantara beberapa sensor yang digunakan untuk mengukur jarak. Alat ini akan aktif apabila gigi mundur diaktifkan, sensor ini mampu mendeteksi adanya penghalang di belakang mobil dan mengirim *output* yang berupa jarak ke modul *display* sehingga dapat diketahui jarak antara penghalang dengan mobil agar benturan dapat dihindari. Dengan

adanya sensor ini maka pengemudi akan mendapatkan kemudahan dalam memarkir mobil.

Bagi sebagian orang, parkir mundur—baik itu horizontal maupun vertikal—merupakan suatu pekerjaan yang sulit dilakukan. Tanpa dibantu dengan aba-aba dari tukang parkir atau orang lain maka seorang pengemudi akan menghabiskan waktu yang tidak sedikit untuk memarkir mobil. Bahkan, jika tidak berhati-hati, bukan tidak mungkin pengemudi tersebut akan mengenai mobil lain yang diparkir pada tempat yang berdekatan. Tujuan penelitian adalah membuat sistem yang dapat mempermudah pengemudi dalam memarkir kendaraan dengan mengetahui jarak bagian samping dan belakang bodi mobil terhadap benda atau penghalang menggunakan sensor ultrasonik, juga mengurangi kecelakaan akibat kelalaian pengemudi saat memarkir kendaraan.

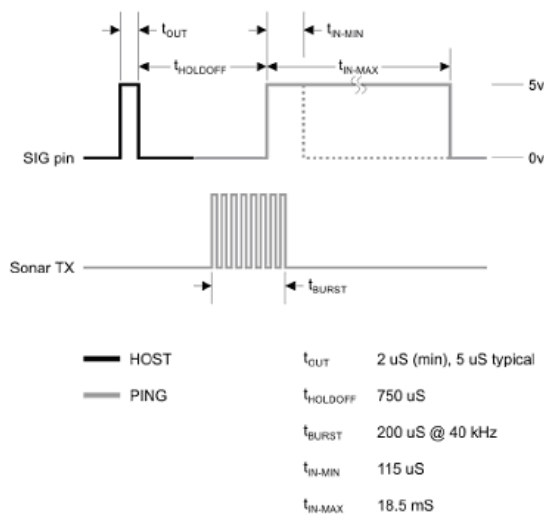
PEMBAHASAN

Modul sensor PING)))



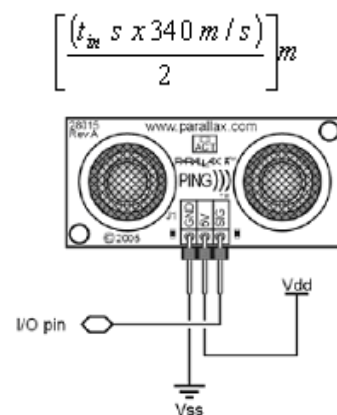
Gambar 1 Cara kerja sensor PING)))

Pengendali utama dari sistem minimum ini menggunakan mikrokontroler keluarga 8051 yang diproduksi oleh *Atmel AT89S52*. Secara berkesinambungan, sistem minimum akan memberikan sinyal *trigger* untuk memberikan sederet pulsa yang akan Pengendali utama dari sistem minimum ini menggunakan mikrokontroler keluarga 8051 yang diproduksi oleh *Atmel AT89S52*. Secara berkesinambungan, sistem minimum akan memberikan sinyal *trigger* untuk memberikan sederet pulsa yang akan dipancarkan oleh sensor ultrasonik. Sinyal yang dipancarkan akan mengenai objek dan memantul kembali. Sinyal pantulan tersebut diterima oleh *transduser* pada modul Sensor PING))). Sensor PING))) mengeluarkan pulsa *output high* pada pin *input* (SIG) setelah memancarkan gelombang ultrasonik dan setelah gelombang pantulan terdeteksi, Sensor PING))) akan membuat *output low* pada pin *Output* (SIG) (Gambar 3). Perhitungan waktu dikerjakan oleh Mikrokontroler dengan cara menghitung lebar pulsa high (t_{IN}).



Gambar 2 Siklus Waktu Sensor PING)))

Sensor PING))) akan aktif jika mikrokontroler mengirim pulsa *trigger* minimal 2 uS, kemudian sensor akan memancarkan gelombang ultrasonik pada frekuensi 40 kHz selama 200 uS. Gelombang ultrasonik merambat melalui udara dengan kecepatan 340 meter per detik, mengenai objek, dan memantul kembali ke sensor. Sensor PING))) mengeluarkan pulsa *output high* pada pin SIG setelah memancarkan gelombang ultrasonik dan setelah gelombang pantulan terdeteksi PING))) akan membuat *output low* pada pin SIG. Lebar pulsa High (t_{IN}) akan sesuai dengan lama waktu tempuh gelombang ultrasonik untuk 2x jarak ukur dengan objek maka jarak yang diukur adalah sebagai berikut.

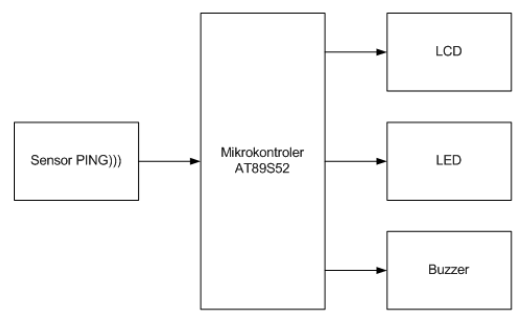


Gambar 3 Pin Assignment dari Modul Sensor PING)))

Keuntungan menggunakan modul sensor PING))) terdapat pada sisi *hardware*. Modul sensor PING))) tidak membutuhkan komponen tambahan dan memiliki *output* digital serta hanya memerlukan satu pin I/O saja sehingga menghemat pin mikrokontroler. Posisi bidang benda yang akan diukur jaraknya harus setidaknya tegak lurus terhadap garis pandang sensor, jika tidak maka akan terjadi pemantulan gelombang ultrasonik yang tidak sempurna dan menyebabkan kesalahan pengukuran.

Perancangan Perangkat Keras

Blok Diagram Sistem

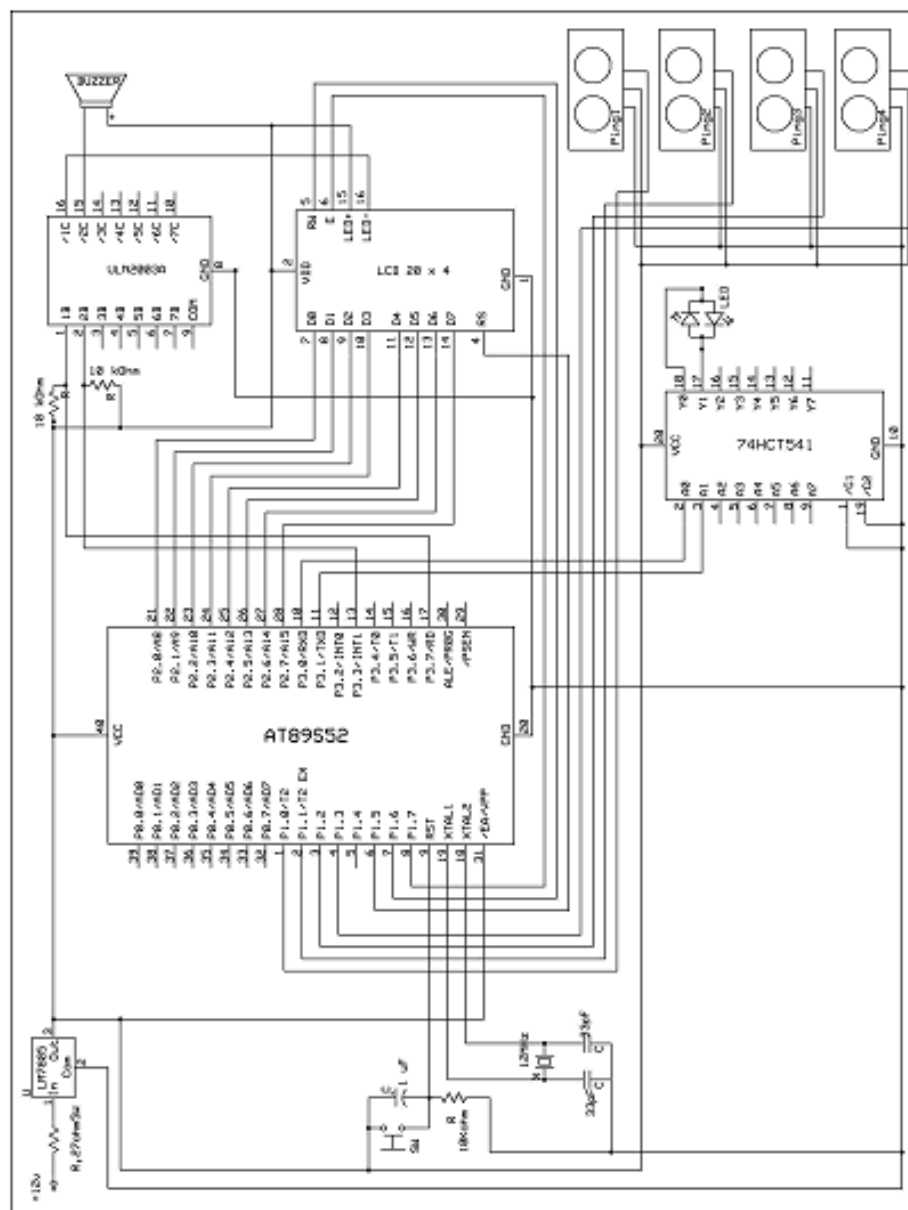


Gambar 4 Blok Diagram Sistem

Perancangan perangkat keras dalam sistem ini terdiri dari beberapa modul. Modul tersebut masing-masing memiliki fungsi yang saling berhubungan satu sama lainnya. Modul tersebut adalah modul sistem minimum, modul tampilan berupa LCD, dan modul Sensor PING))) berupa pemancar dan penerima ultrasonik. Mikrokontroler sebagai pusat kendali dari sistem ini. Di dalam mikrokontroler terdapat program yang mengatur data dan mengumpulkan data yang dikirim oleh sensor jarak.

Mikrokontroler mengatur kapan sinyal ultrasonik harus dipancarkan, menghitung nilai waktu dari saat gelombang mulai dipancarkan sampai

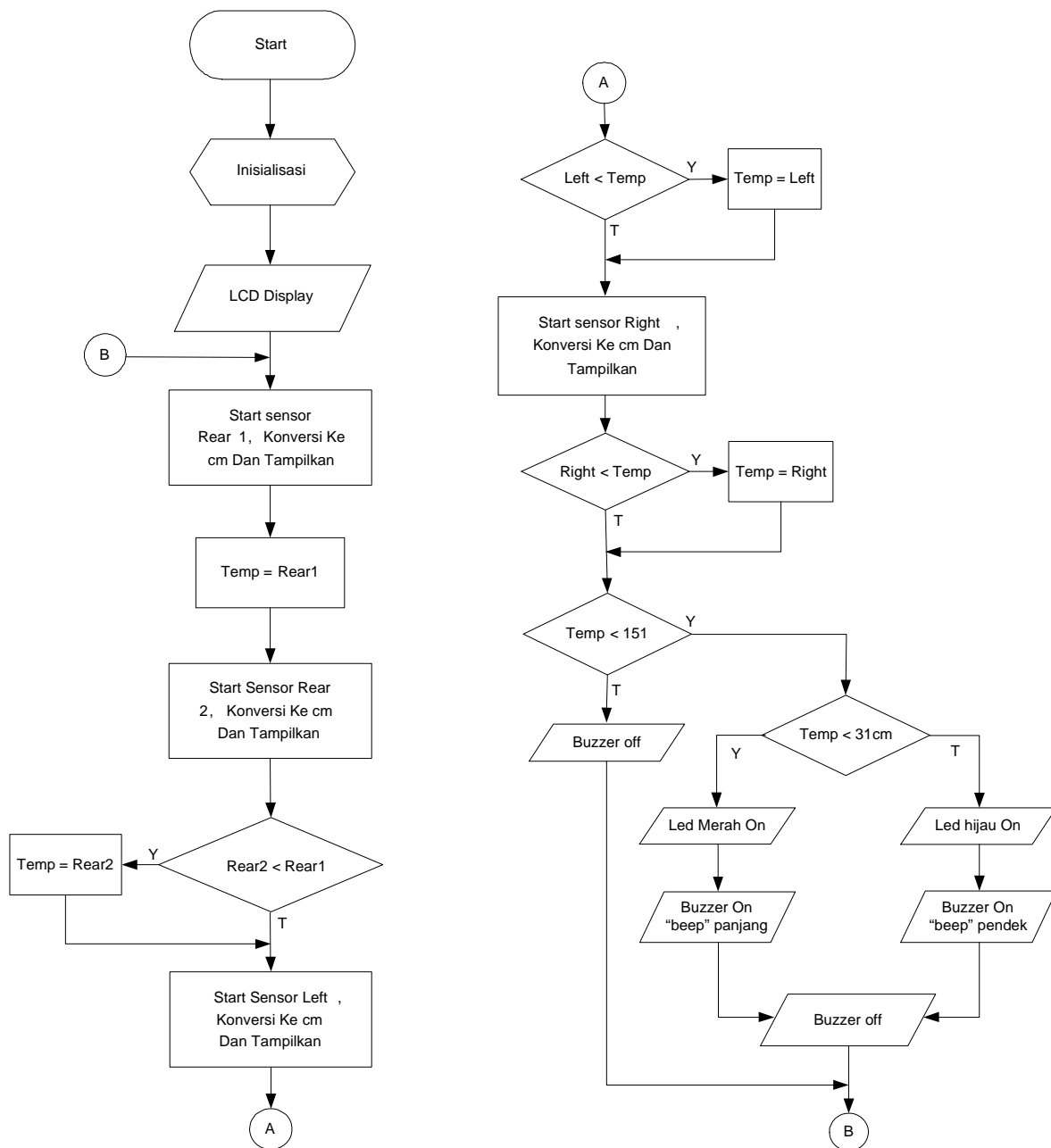
diterima kembali, memproses data dari sensor ultrasonik kemudian ditampilkan ke LCD, dan memberikan peringatan dini melalui *buzzer* dan LED. Sensor ultrasonik diletakkan pada bumper dan sisi belakang mobil. Sensor ultrasonik memancarkan sinyal yang digunakan untuk mengukur suatu jarak terhadap objek yang berada di depannya. Sensor jarak yang digunakan pada sistem ini memiliki jarak pengukuran dari 2 cm hingga 3m. LCD diletakkan *dashboard* mobil sehingga pengemudi dapat melihat jarak antara mobil dan penghalang. LED memberikan peringatan visual kepada pengendara dan *buzzer* memberikan peringatan berupa suara.



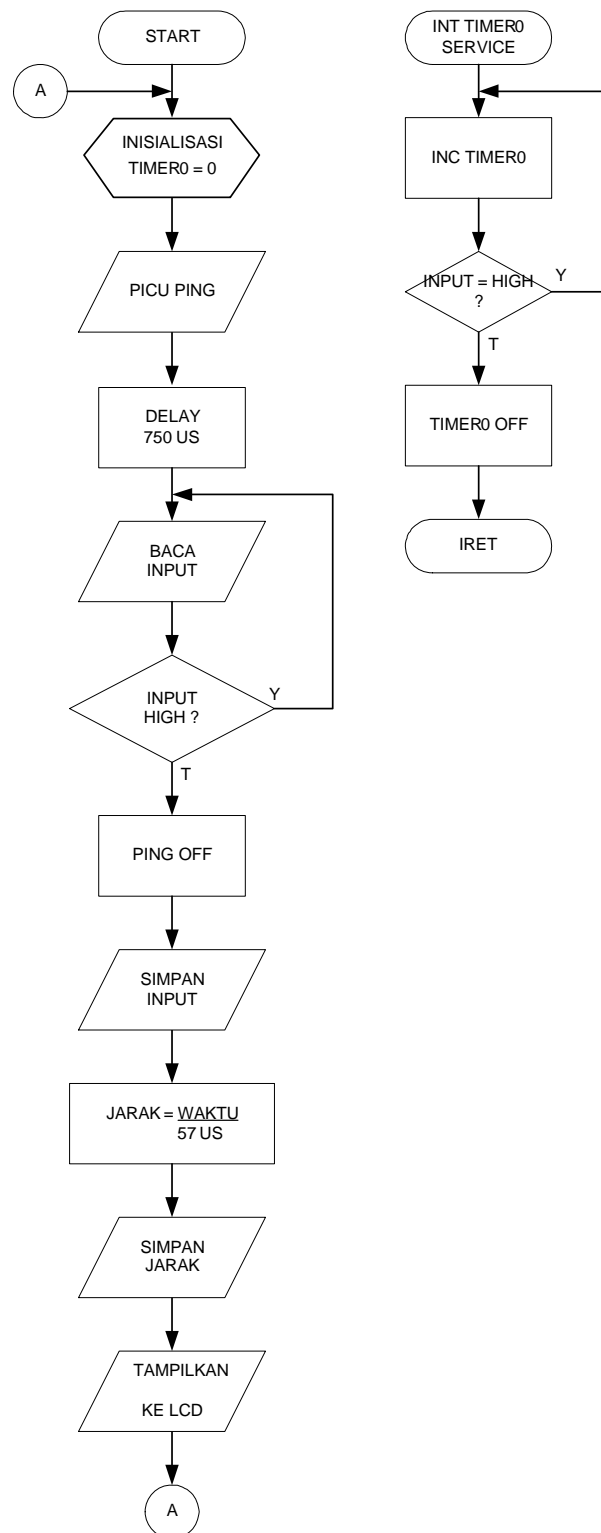
Gambar 5 Skematik Rangkaian

Perancangan Perangkat Lunak

Pada perancangan program, digunakan program bahasa *assembly* untuk pemrograman mikrokontroler AT89S52.



Gambar 6 Flowchart Program Utama



Gambar 7 Flowchart Program PING)))

Implementasi Sistem

Sistem ini menggunakan sensor *Ping))) ultrasonic range finder* yang berfungsi sebagai pendeteksi jarak. Sensor diletakkan pada bagian bumper belakang kendaraan sebanyak 4 buah. Modul lain yang digunakan adalah *buzzer* dan LED. LED berguna sebagai tanda peringatan secara *visual* bagi si pengemudi, apabila jarak kendaraanya berada pada jarak tidak aman. Pengemudi dapat menjaga jarak aman dengan cara melihat LCD yang memberikan

informasi mengenai jarak aman di belakang maupun samping kendaraan, LCD diletakkan pada bagian tengah *dashboard* mobil agar mudah terpantau oleh mata pengendara, *Buzzer* merupakan komponen peringatan melalui indera pendengaran.

Untuk implementasi, sensor diletakkan di bagian bumper belakang mobil sebanyak 4 buah modul sensor PING))) dengan jarak 50cm dari tanah.



Gambar 8 Penempatan Modul Utama di Mobil

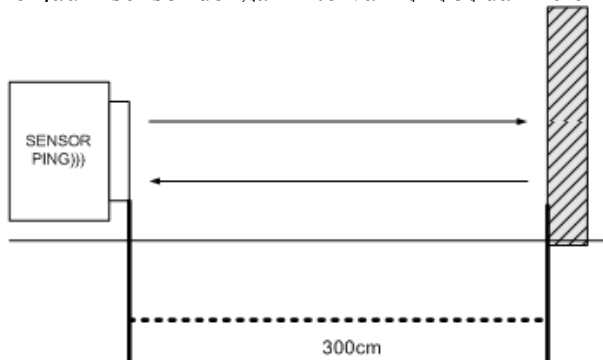


Gambar 9 Penempatan Sensor di Mobil

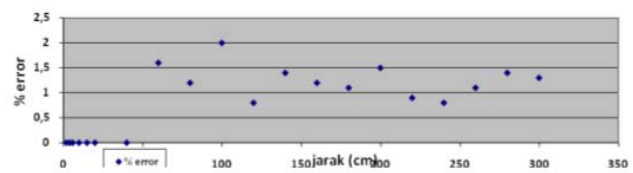
Evaluasi Sistem

Percobaan Mengenai Perbandingan Jarak yang Diukur Sensor terhadap Jarak Sebenarnya

Pada percobaan pertama kondisi pengukuran yang dilakukan adalah sebagai berikut: Tinggi sensor dengan tanah adalah 50 cm; Benda penghalang berbentuk persegi panjang ukuran 60 x 46 x 0,3cm dengan permukaan datar; Benda penghalang digeser menjauhi sensor dengan interval 2, 4, 5, dan 20 cm.



Gambar 10 Kondisi Percobaan Mengenai Perbandingan Jarak yang Diukur Sensor terhadap Jarak Sebenarnya



Gambar 11 Grafik Persentase Error Pembacaan Jarak oleh Sensor PING)))

Percobaan pertama ini dilakukan untuk mencari error pada sensor PING))) yang terjadi dalam alat ini terhadap jarak yang sebenarnya. Percobaan yang dilakukan dengan cara memberi penghalang berhadapan langsung dengan sensor dengan *interval* jarak 2, 4, 5, dan 20cm, kemudian dibandingkan dengan yang tertera pada LCD. Dari tabel dapat dilihat bahwa semakin besar jarak yang diambil semakin besar pula *error* yang terjadi. Sensor akan berjalan dengan baik/tidak ada *error* ketika jarak dengan penghalang lebih kecil dari 40cm. Dengan adanya percobaan ini dapat dilihat bahwa sensor PING))) memiliki rata – rata error sebesar:

Dari Gambar 11 dapat dilihat bahwa persentase *error* tidak lebih dari 2%, nilai tersebut

Data hasil percobaan adalah sebagai berikut.

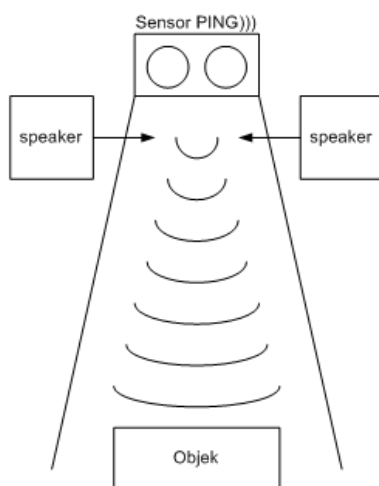
Tabel 1 Evaluasi Pengukuran Jarak Oleh Sensor terhadap Jarak yang Sebenarnya

Percobaan	Jarak Sebenarnya (cm)	Jarak pada LCD (cm)	Error (cm)	%Error
1	2	2	0	0
2	4	4	0	0
3	6	6	0	0
4	10	10	0	0
5	15	15	0	0
6	20	20	0	0
7	40	40	0	0
8	60	61	1	1,6
9	80	81	1	1,2
10	100	102	2	2
11	120	122	2	0,8
12	140	142	2	1,4
13	160	162	2	1,2
14	180	182	2	1,1
15	200	203	3	1,5
16	220	222	2	0,9
17	240	242	2	0,8
18	260	263	3	1,1
19	280	284	4	1,4
20	300	304	4	1,3

merupakan nilai yang dapat dipakai dan dipercaya untuk dijadikan acuan dalam pengukuran jarak antara kendaraan dan penghalang karena memiliki tingkat ketelitian pembacaan sekitar 98%.

Percobaan Mengenai Pengaruh Frekuensi Lain kepada Sensor PING)))

Pada percobaan kedua, kondisi pengukuran yang dilakukan adalah tinggi sensor dengan tanah : 50 cm; Menggunakan *noise* dari *speaker* dengan skala *volume* 1 – 8. Noise di-generate menggunakan *software Sine Wave Generator* dengan frekuensi *sampling* 44100 Hz, frekuensi *output* 40000 Hz dan level volume 255; Speaker mengarah ke arah pancaran gelombang dari PING))) secara tegak lurus; Objek yang diukur berada pada jarak : 40 cm.



Gambar 12 Kondisi Percobaan terhadap Frekuensi Lain



Gambar 13 Tampilan Software Sine Wave Generato

Percobaan ini dilakukan untuk mencari tahu pengaruh frekuensi lain terhadap pengukuran dari sensor PING))). Percobaan dilakukan dengan meletakkan sensor PING))) diantara 2 buah *speaker* yang saling berhadapan dan tegak lurus dengan arah pancaran gelombang dari sensor PING))). *Noise* diberikan secara bertahap mulai dari volume level 1 sampai 8. Data hasil percobaan adalah sebagai berikut.

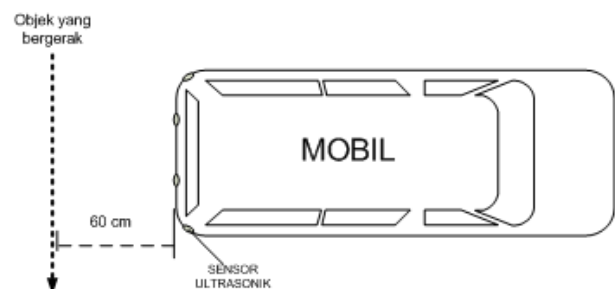
Tabel 2 Pengaruh terhadap Frekuensi Lain

Volume	Pengaruh
1	Tidak ada
2	Tidak ada
3	Tidak ada
4	Tidak ada
5	Tidak ada
6	Tidak ada
7	Tidak ada
8	Tidak ada

Dari percobaan di atas dapat disimpulkan bahwa pembacaan dari sensor PING))) tidak terpengaruh oleh frekuensi lain.

Percobaan Mengenai Pengaruh Objek yang sedang Bergerak

Pada percobaan ini kondisi pengukuran yang dilakukan adalah jarak pengukuran objek pada jarak: 60 cm dan 160 cm; Objek yang digunakan: Motor dan Manusia. Objek bergerak tepat di depan sensor.



Gambar 14 Kondisi Percobaan Mengenai Pengaruh Objek Bergerak

Percobaan ini dilakukan untuk mengetahui apakah sensor dapat mendeteksi objek yang sedang melintas. Percobaan dengan cara memberikan objek bergerak yang melintas di depan sensor PING))) dengan kecepatan dan jarak objek yang berbeda-beda. Untuk kolom status dinyatakan 'Terdeteksi'

apabila *buzzer* berbunyi atau ada perubahan jarak yang tertera di LCD. Berikut data hasil percobaan.

(1) Percobaan pada sepeda motor.

Tabel 3 Evaluasi terhadap Objek Bergerak (Sepeda Motor)

Percobaan	Kecepatan (KM/Jam)	Jarak (Cm)	Status
1	5	60	Terdeteksi
2	10	60	Terdeteksi
3	15	60	Terdeteksi
4	20	60	Terdeteksi
5	30	60	Terdeteksi
6	5	160	Terdeteksi
7	10	160	Terdeteksi
8	15	160	Terdeteksi
9	20	160	Terdeteksi
10	30	160	Terdeteksi

Percobaan ketiga dilakukan dengan kecepatan dan jarak yang berbeda-beda. Interval kecepatan yang digunakan sebesar 5 km/jam dengan jarak 60cm dan 160cm. Dari data yang diperoleh sensor PING))) dapat mendeteksi sepeda motor yang sedang melintas

(2) Percobaan pada manusia.

Pada percobaan keempat manusia berjalan dengan kecepatan 2 langkah/s dan dengan jarak yang diambil secara acak.

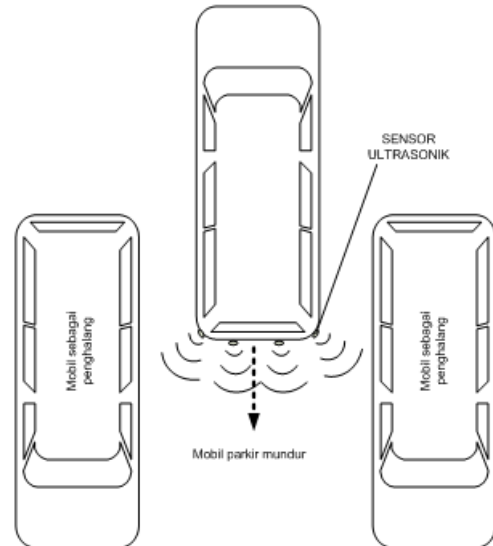
Tabel 4 Evaluasi terhadap Objek Bergerak (Manusia)

Percobaan	Jarak	Status
1	160	Terdeteksi
2	180	Terdeteksi
3	200	Terdeteksi
4	210	Terdeteksi
5	220	Terdeteksi
6	230	Terdeteksi
7	240	Terdeteksi
8	250	Terdeteksi
9	260	Tidak Terdeteksi
10	270	Tidak Terdeteksi

Dari data hasil percobaan didapat bahwa sensor dapat mendeteksi objek yang bergerak, khususnya pada manusia ini, pada jarak 160cm, 180cm, 200cm, 210cm, 220cm, 230cm, 240cm, 250cm. Mulai pada jarak 260cm dan seterusnya, sensor tidak dapat mendeteksi karena bidang/area kontak kepada sensor yang semakin menjauh dan kecil.

Percobaan Mengenai Keberhasilan Ketika Alat Aktif

Pada percobaan kelima, kondisi pengukuran yang dilakukan dengan kondisi mobil dijalankan mundur dan parkir.



Gambar 15 Kondisi Percobaan Ketika Mobil Parkir Mundur

Tabel 5 Evaluasi Keberhasilan pada Saat Alat Digunakan

Percobaan	Lama Operasi (s)	Status
1	0:34	Ok
2	0:39	Ok
3	0:38	Ok
4	0:37	Ok
5	0:15	Ok
6	0:36	Ok
7	1:20	Ok
8	1:37	Ok
9	0:40	Ok
10	1:05	Ok
11	2:14	Ok
12	0:22	Ok
13	0:33	Ok
14	1:35	Ok
15	0:24	Ok
16	1:47	Ok
17	1:50	Ok
18	1:13	Ok
19	0:46	Ok
20	0:17	Ok

Dari data hasil percobaan didapat bahwa semua percobaan yang telah dilakukan berhasil. Status dinyatakan OK jika LCD, LED, dan *buzzer* berjalan normal tanpa *error*. Percobaan dilakukan dengan cara parkir mundur dengan mobil sebagai penghalang di kanan dan kiri. Dari data hasil percobaan, sistem peringatan dini pada alat ini yang berupa *buzzer* dan LED bekerja secara efektif.

Pengukuran Range area Sensor

Pada percobaan keenam, kondisi pengukuran yang dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Tinggi sensor dengan tanah : 15 cm
2. Objek yang digunakan berukuran 10,5 x 1,5 x 7 cm

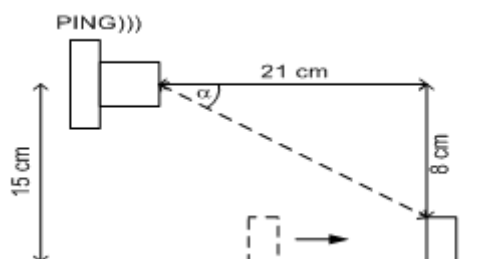
(1) Range area Vertical

Percobaan ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar *range area* sensor secara vertikal. Untuk mengukur besar *range area*, objek diletakkan mulai dari 2 cm dari sensor dan digeser menjauhi sensor setiap 2 cm sampai objek terdeteksi. Data hasil percobaan adalah sebagai berikut.

Tabel 6 Range area Vertical

Jarak (cm)	Status
6	Tidak terdeteksi
8	Tidak terdeteksi
10	Tidak terdeteksi
12	Tidak terdeteksi
14	Tidak terdeteksi
16	Tidak terdeteksi
18	Tidak terdeteksi
20	Tidak terdeteksi
21	Terdeteksi
22	Terdeteksi

Dari Tabel 6, *range area* sensor dapat dihitung sebagai berikut.



Gambar 16 Pengukuran Range area Vertikal

$$\tan \alpha = \frac{8}{21} = 0,38$$

$$\alpha = 20,85^\circ$$

$$\text{Besar range area vertikal} = 2 \times 20,85^\circ = 41,7^\circ$$

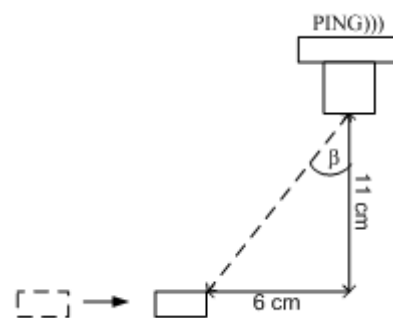
(2) Range area Horizontal

Percobaan ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar *range area* sensor secara horizontal. Untuk mengukur besar *range area*, objek diletakkan mulai dari 30 cm dari sensor dan digeser mendekati sensor setiap 2 cm sampai objek terdeteksi. Data hasil percobaan adalah sebagai berikut.

Tabel 7 Range area Horizontal

Jarak	Status
22	Tidak terdeteksi
20	Tidak terdeteksi
18	Tidak terdeteksi
16	Tidak terdeteksi
14	Tidak terdeteksi
12	Tidak terdeteksi
10	Tidak terdeteksi
8	Tidak terdeteksi
6	Terdeteksi
4	Terdeteksi

Dari Tabel 7, *range area* sensor dapat dihitung sebagai berikut.



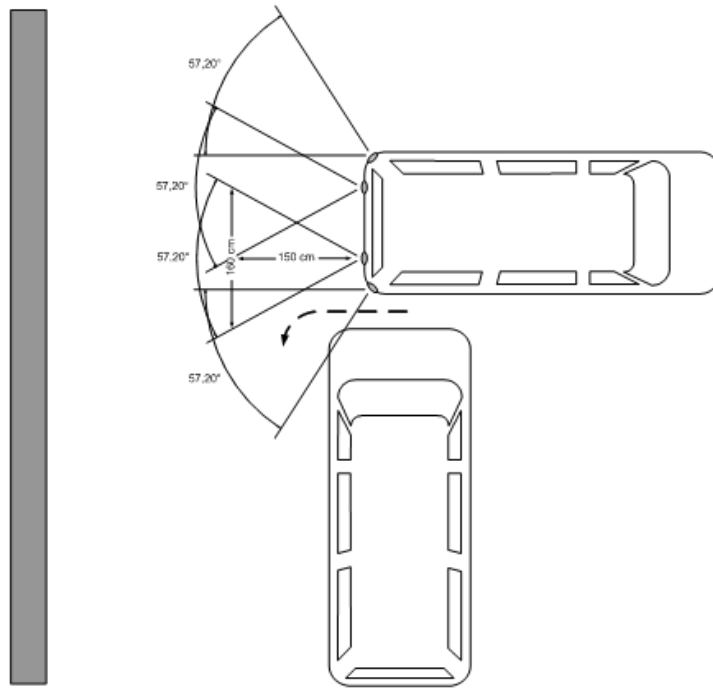
Gambar 17 Pengukuran Range area Horizontal

$$\tan \beta = \frac{6}{11} = 0,54$$

$$\beta = 28,61^\circ$$

$$\text{Besar range area horizontal} = 2 \times 28,61^\circ = 57,22^\circ$$

Range area Horizontal Keempat Sensor



Gambar 18 Range area Horizontal Keempat Sensor

Alasan digunakannya empat buah sensor sebagai berikut.

1. Orientasi pada bidang horizontal
2. Range area horizontal max 57,22°. Bila jarak aman 150 cm maka dengan rumus segitiga siku-siku didapat:

$$\alpha = \frac{57,22}{2} = 28,61^\circ \approx 28^\circ$$

$$\tan \alpha = \frac{x}{150} \Rightarrow \tan 28^\circ = \frac{x}{150}$$

$$0,531 = \frac{x}{150} \Rightarrow x = 79,65 \text{ cm}$$

$$\text{Lebar area cakupan sensor} = 2x = 159,3 \approx 160 \text{ cm}$$

3. Terdapat area yang overlap, untuk mengurangi daerah yang berada di luar range area.
4. Total range area lebih besar 2 x 57,22° 114,44° maka lebih banyak benda yang terdeteksi.

Test Reliability

Kondisi pada percobaan ini adalah sebagai berikut.

1. Alat terpasang di mobil.
2. Setiap menyala 3 detik, alat dimatikan dan

langsung dinyalakan lagi.

3. Percobaan dilakukan selama 100 kali.

Tabel 8 Test Reliability

Percobaan	LCD	Buzzer	LED	Sensor
1 s/d 10	No Error	No Error	No Error	No Error
11 s/d 20	No Error	No Error	No Error	No Error
21 s/d 30	No Error	No Error	No Error	No Error
31 s/d 40	No Error	No Error	No Error	No Error
41 s/d 50	No Error	No Error	No Error	No Error
51 s/d 60	No Error	No Error	No Error	No Error
61 s/d 70	No Error	No Error	No Error	Error pada percobaan 66
71 s/d 80	No Error	No Error	No Error	No Error
81 s/d 90	No Error	No Error	No Error	Error pada percobaan 83
91 s/d 100	No Error	No Error	No Error	No Error

Percobaan ini dilakukan untuk mengetahui tingkat *reliability* modul dan komponen, jika diberi tegangan dan diputus secara berulang kali. Kondisi itu untuk menggambarkan ketika pengemudi sedang memarkir kendaraan dengan cepat dan butuh berulang kali memindah gigi mundur.

Kondisi “No Error” menandakan bahwa modul atau komponen berjalan dengan baik dan normal. Kondisi “Error pada percobaan xx” pada kolom sensor menggambarkan pembacaan dari salah satu sensor melenceng jauh dari jarak sebenarnya. Dari Tabel 8 dapat dilihat hanya terjadi 2 kali *error* dalam 100 kali percobaan.

Tingkat reliabilty sistem adalah $\frac{100-2}{100} \times 100\% = 98\%$

PENUTUP

Berdasarkan hasil pengujian terhadap sistem ini, dapat diambil beberapa simpulan. Sensor parkir menggunakan PING))) adalah sistem yang dirancang untuk memperingatkan pengemudi mengenai jarak antara mobil dengan halangan, mobil dengan mobil, atau gangguan yang berada di belakangnya dengan memanfaatkan gelombang ultrasonik. Pembacaan jarak oleh sensor akurat pada jarak 2 – 40 cm. Jarak pengukuran sensor ping))) yang efektif adalah 2 cm – 3 m untuk objek tidak bergerak. Hasil pengukuran antara jarak sebenarnya dengan jarak yang diperoleh dari sensor PING))) berbeda sekitar 0 - 2 cm, Jarak pengukuran maksimal sensor PING))) pada benda diam dan benda bergerak berbeda. Pembacaan Jarak pada sensor PING))) lebih akurat pada benda diam, seperti tembok, tiang, dan lain-lain. Dengan dipergunakannya 4 buah modul sensor ping))) maka cakupan *range area* lebih besar dan akan menambah keamanan dalam memarkir mobil. Sistem ini dapat dikatakan cukup andal karena tingkat *reliability*-nya mencapai 98%.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. 2003. "Teknologi Kontrol Jarak Parkir," Diakses dari www.republika.co.id
- (2006). "Pengukur Jarak dengan Gelombang Ultrasonik," Diakses dari www.innovativeelectronics.com
- Ian. 2005. "Parkir Aman dengan Sensor Parkir," www.otogenik.com
- Kristanto, Andri. 2003. *Bahasa Assembler*. Yogyakarta: Gaya Media.
- Lee, James Juwon and Maurico Rodriguez Saenz. 2007. "Ultrasonic ParKontroller," Diakses dari <http://instruct1.cit.cornell.edu>
- Lee, Wei-Meng. (2007). "PING))) Ultrasonic Sensor," Diakses dari <http://weimenglee.blogspot.com>
- Silantev, V. 1997. "8051 Tutorial," Diakses dari www.8052.com
- Shirley, Paul A. 1989. "An Introduction to Ultrasonic Sensing," Diakses dari <http://www.massa.com>
- Sudjadi. (2005). *Teori dan Aplikasi Mikrokontroler*. Yogyakarta: Graha Ilmu.